УДК 574
ББК 20.1

В. С. Ермолаев, М. В. Иночкин,
И. П. Пузык, М. В. Пузык

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ: ДИОКСИД УГЛЕРОДА И АНТРОПОГЕННЫЙ ФАКТОР

Представлены анализ ряда свойств углекислого газа и мнение авторов о том, что Киотский протокол и мероприятия, с ним связанные, не имеют серьезного научного обоснования.

Научно-технический прогресс существенным образом изменил человеческое общество. Прежде всего, вооружив его значительным количеством теорий, методик, приборов, которые позволяют осуществлять мониторинг различных сфер нашей жизни. Со второй половины XX в. стало формироваться экологическое сознание человеческого общества, что привело к запрещению ядерных испытаний в атмосфере, космическом пространстве и под водой (1963 г.), чуть позже – к защите озонового слоя Земли (1987 г.). Новый всплеск активности по охране окружающей среды привел к созданию Киотского протокола (1997 г.), который является первым международным соглашением об охране окружающей среды, основанным на рыночных механизмах регулирования, в том числе – механизме международной торговли квотами на выбросы парниковых газов. Страны протокола определили для себя количественные обязательства по ограничению либо сокращению выбросов парниковых газов на период с 1 января 2008 г. по 31 декабря 2012 г. Цель ограничений – снижение в этот период совокупного среднего уровня выбросов 6 газов (CO_2, CH_4, гидрофторуглеводородов, перфторуглеводородов, N_2O, SF_6) на 6 % по сравнению с уровнем 1990 г.

Однако, на наш взгляд, в средствах массовой информации не корректно освещаются научные данные, касающиеся той части Киотского протокола, в которой говорится о влиянии деятельности человека, газов антропогенного происхождения (CO_2) на парниковый эффект. Ниже мы приводим аргументы, основанные на различных источниках, и свою точку зрения на влияние деятельности человека на объем углекислого

VISIT…

LANZAROTE

Caliente.com

газа в атмосфере планеты (количество выбросов других пяти газов столь мало по сравнению с CO_2, что мы эти данные не рассматриваем).

Газовая оболочка планеты Земля – атмосфера – всегда вызывала повышенный исследовательский интерес у геологов, химиков, физиков, экологов. Со второй половины XX в. возможность изучения планет Солнечной системы открыла новую страницу в области изучения атмосферы, но уже других космических объектов: Венеры, Марса, Луны…

Скрупулезный анализ осадочных и иных пород позволяет реконструировать атмосферные особенности нашей планеты в разные геологические эпохи. Причем самая древняя атмосфера[1] очень схожа с венерианской или марсианской: значительная концентрация диоксида углерода (CO_2 более 90 %), содержание молекулярного азота не более 10 %, и незначительное количество аргона (Ar ≈ 1 %). Согласно существующим гипотезам, это объясняется тем, что в течение первых миллиардов лет происходила интенсивная дегазация земных недр, в том числе и благодаря вулканической деятельности, что и привело к формированию первичной атмосферы с доминированием именно диоксида углерода.

Появление на Земле жизни, а именно зеленых (хлорофиллсодержащих) растений, привело к существенному изменению количественного и качественного состава атмосферных газов (табл. 1). Уже многие миллионы лет на Земле преобладают молекулярные азот и кислород, а углекислый газ выполняет лишь роль активного компонента, массовая доля которого в настоящее не превышает нескольких сотых процента[2].

Таблица 1

Современный состав (об. %) сухого воздуха тропосферы

Газ	Формула	Содержание
Молекулярный азот	N_2	78,09
Молекулярный кислород	O_2	20,95
Аргон	Ar	0,93
Углекислый газ (диоксид углерода)	CO_2	0,034
Неон	Ne	$5{,}24 \cdot 10^{-4}$
Гелий	He	$1{,}0 \cdot 10^{-4}$
Криптон	Kr	$5{,}0 \cdot 10^{-5}$
Ксенон	Xe	$8{,}0 \cdot 10^{-6}$
Озон	O_3	$1{,}0 \cdot 10^{-6}$

Известно, что молекула CO_2 малореакционная, имеет линейную конфигурацию, состоит преимущественно из стабильных изотопов (^{12}C и ^{16}O). В ней имеются две двойные химические связи, обусловливающие эффективное поглощение излучения Земли в ИК-диапазоне: 4,15 мкм, 7,4 мкм и 14,9 мкм. Часть этой поглощенной энергии может передаваться другим молекулам атмосферы при столкновении[3]. Все эти процессы могут приводить к повышению температуры атмосферы. Поэтому данный газ (и ему подобные пары воды, метан, оксиды азота и т. п.) и называют парниковым.

При обычных температурах и давлении углекислый газ не поддерживает ни горение, ни дыхание. Он ограниченно растворим в воде: как и

для любого газа, с повышением температуры растворимость уменьшается, а с уменьшением температуры повышается: в 1 л H_2O при 0 °С растворяется 1,7 л CO_2, а при 15 °С – 1 л[4]. Представим идеальную ситуацию: средняя температура мирового океана +15 °С, его площадь более 360 млн км^2. Следовательно, слой мирового океана толщиной 1 м может содержать около $3{,}6 \cdot 10^{17}$ л CO_2, что соответствует 710 млрд т газа (1 л CO_2 весит около 2 г при этих условиях). Однако известно[5], что средняя концентрация углекислого газа в мировом океане около 2,3 ммоль/л. Это соответствует тому, что выбранный нами слой мирового океана реально содержит 36 млрд т газа, то есть в 20 раз меньше, чем насыщенный раствор. И понятно, почему. Концентрация газа в растворе описывается законом Рауля, то есть определяется его парциальным давлением: будет давление (содержание) газа над раствором больше, больше будет и концентрация в растворе – мировом океане.

С 70-х гг. XX в. в области экологии наблюдается тенденция создания пессимистических прогнозов на основе анализа данных современного развития промышленности. Рост промышленности, или, как его называют некоторые экологи, «антропогенный, или индустриальный фактор», обусловливает, якобы, повышение температуры атмосферы и ухудшение общей экологической обстановки. Приводимые ими цифры действительно указывают на значительный рост промышленности даже в некогда отсталых районах планеты (например, Юго-Восточной Азии). Наиболее красноречиво об этом может свидетельствовать рост потребляемой нефти[6], (табл. 2). На наш взгляд, именно нефть является наиболее используемым энергетическим сырьем. Данные табл. 2 указывают на плавное увеличение экспорта, а следовательно, и потребления нефти за последние 20 лет. Более того, с начала 1980-х гг. до настоящего времени эти цифры возросли в 2 раза.

Для дальнейших рассуждений округлим величину добычи нефти за 2003 г. (1986 млн т) до 2 млрд т и увеличим ее в 2 раза; то есть предположим, что добыча превышает экспорт в 2 раза, это будет соответствовать мировой добыче нефти – 4 млрд т. Значительная доля этого углеводородного сырья расходуется, прежде всего, на производство топлива (бензина, керосина или дизельного топлива).

Таблица 2

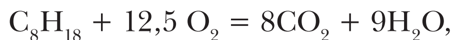
Мировой экспорт нефти (10 барр. = 1,36 т)

Год	Млн барр. в день	Млн т в день	Млн т в год
1983	21	2,9	1059
1985	21	2,9	1059
1987	22,6	3,1	1131
1989	25,9	3,5	1278
1991	27,9	3,8	1387
1993	30	4,1	1489
1995	32	4,4	1606
1997	34,8	4,7	1716
1999	36,2	4,9	1789
2001	38,2	5,2	1898
2003	40	5,4	1986

Попытаемся проанализировать эти числа, сделав опять некоторые допущения:

1) пусть из всей массы нефти получается со 100%-ным выходом только бензин, т. е. 4 млрд т изооктана (C_8H_{18});

2) пусть получаемый бензин на 100 % сгорает до CO_2 и H_2O, т. е. справедливо будет следующее уравнение:



$$C_8H_{18} + 12{,}5\ O_2 = 8CO_2 + 9H_2O,$$

согласно которому, из 4 млрд т C_8H_{18} получится примерно 12 млрд т CO_2, который естественным образом обогатит атмосферу.

На наш взгляд, данное количество с лихвой перекрывает иные источники органического топлива, используемые человечеством (газ, уголь, дрова и т. д.).

Известно[7], что масса атмосферы составляет $5{,}15 \cdot 10^{15}$ т. В ней на долю CO_2 приходится по массе 0,04 %, т. е. 206000 млрд т. Таким образом, сравнению подлежат суммированные в табл. 3 следующие данные, касающиеся диоксида углерода.

Таблица 3

Местонахождение углекислого газа и его масса

Местонахождение	Масса, млрд т
Современная атмосфера	206000
Может быть в слое мирового океана толщиной 1 м	720
Реально существует в слое мирового океана толщиной 1 м	36
Гипотетически выбрасываемый в атмосферу при сжигании всей нефти (бензина) в год	12

Как следует из табл. 3, антропогенный углекислый газ (12 млрд т) не составляет и одной сотой доли процента по сравнению с CO_2, находящимся в атмосфере. Поэтому эта бесконечно малая величина не может оказать существенное влияние на парниковый эффект на Земле.

Сегодняшние взгляды и дискуссии о планетарном влиянии CO_2 на климат имеют исторические корни. Так, в 1903 г. великий ученый Сванте Аррениус, рассуждая о чередовании оледенений и потеплений, высказал гипотезу о том, что эти явления связаны с интенсивностью вулканической деятельности. Ибо вулканическая деятельность в значительной степени ответственна за генерацию парниковых газов. С. Аррениус подсчитал, что утроение содержания CO_2 в атмосфере приведет к повышению температуры на 8–9 градусов[8]. После этого появилось много теорий за и против. Но мы бы обратили внимание и на другой факт – на данные геологии[9], указывающие на различное содержание в атмосфере углекислого газа в разные периоды времени (табл. 4).

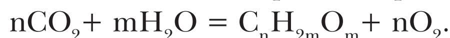
Таблица 4

Содержание CO_2 в атмосфере Земли в разные геологические периоды

Эра	Период	Продолжительность, млн лет назад	Содержание CO_2, % об.
Архейская	–	4000–3000	более 90
Палеозойская	Кембрийский	570–500	0,19
	Ордовикский	500–443	–
	Силурийский	443–405	–
	Девонский	405–350	0,40
	Каменноугольный	350–285	0,25
	Пермский	285–235	0,25
Мезозойская	Триасовый	235–65	0,11*
	Юрский		
	Меловой		
Кайнозойская	Палеогеновый	65–25	0,12
	Неогеновый	25–2	0,19
	Голоценовый (антропогеновый)	2–настоящее время	0,055–0,034

* Данные по периодам отсутствуют.

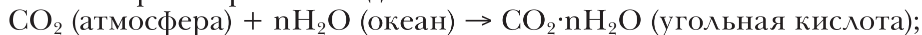
Как нетрудно заметить, в предыдущие периоды в атмосфере Земли было в несколько раз больше (!) диоксида углерода, но тогда не было человека и его влияния. Куда же исчез этот избыточный диоксид углерода? Как утверждают специалисты-биологи, повышение содержания CO_2 в атмосфере (и гидросфере одновременно) приводит к росту биомассы, преимущественно фитомассы, за счет процесса фотосинтеза:



$$nCO_2 + mH_2O = C_nH_{2m}O_m + nO_2.$$

Изменение климатических условий может привести к последующей частичной «консервации» биомассы в виде торфа, нефти, угля, карбонатов (мрамор, мел и т. п.).

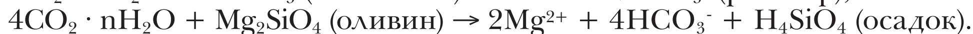
Существуют и иные пути связывания диоксида углерода. Это растворение его в воде мирового океана (помним, что на долю мирового океана приходится более 70 % поверхности планеты), в том числе и за счет «химического» растворения осадков:



CO_2 (атмосфера) + nH_2O (океан) → $CO_2 \cdot nH_2O$ (угольная кислота);



$CO_2 \cdot nH_2O$ + $CaCO_3$ (известняк) → Ca^{2+} + $2HCO_3^-$ (раствор);



$4CO_2 \cdot nH_2O$ + Mg_2SiO_4 (оливин) → $2Mg^{2+}$ + $4HCO_3^-$ + H_4SiO_4 (осадок).

Хорошо известно[10], что осадочные породы в основном представлены кварцитами (70 %), известняками ($CaCO_3$) и доломитами ($CaMg(CO_3)_2$) – около 20 %. Таким образом, можно утверждать, что планета Земля является саморегулирующейся системой как с точки зрения живой, так и неживой природы, хотя наличие локальных экологических проблем никто не отрицает и с фактом загрязнения гидросферы и атмосферы да и в целом биосферы никто не спорит.

Иногда в обычных водоемах осенью в результате инверсии температур (резкого снижения температуры атмосферы) происходит смена придонных и приповерхностных слоев водоема. Как правило, придонные слои более насыщены углекислым газом, чем приповерхностные, и сильно

обеднены (а порой и не содержат) молекулярным кислородом. В результате смены давления происходит дегазация новых поверхностных вод и обогащение атмосферы CO_2. Известна катастрофа[11], произошедшая 21 августа 1986 г. в окрестностях вулканического озера Ниос (Камерун). Из придонных слоев вышло облако CO_2 объемом около 1 млрд $м^3$ и накрыло близлежащую долину (CO_2 в 1,5 раза тяжелее воздуха), вызывая удушье у тысячи людей и животных. Эта катастрофа, вероятно, связана с дегазацией магмы на небольшой глубине земной коры и просачиванием диоксида углерода в придонные воды, где газ накапливался до концентраций, близких к насыщению. Отсюда следует, что масштаб деятельности человека в настоящее время не сопоставим с природными явлениями ни по энергии, ни по массе. Поэтому постоянное исследование своей малой и большой родины должно оставаться приоритетным.

Анализ информации о свойствах углекислого газа, имеющейся в открытой печати, вызывает, мягко говоря, недоумение у авторов, особенно когда российские чиновники с радостью говорят о ратификации Киотского протокола. Тогда как парламенты ряда ведущих экономических держав (США, Китая, Индии, Австралии), после консультаций со своими научными сообществами, отказались его ратифицировать. Возможно, существуют какие-то иные (например, политико-экономические) аспекты, не известные авторам, и вряд ли это те антропогенные 12 млрд т CO_2, которые не превышают 0,006 % от всей массы диоксида углерода атмосферы. Вероятно, отечественных чиновников «беспокоит» та часть Киотского протокола, которая позволяет торговать квотами на парниковые газы. Но тогда правительство об этом должно говорить прямо, не вводя в заблуждение своих граждан.

Кроме того, Монреальский протокол об охране озонового слоя был подписан в 1987 г. только потому, на наш взгляд, что мониторинг количества озона однозначно показал наличие озоновых дыр и увеличение числа фреонов в атмосфере над Антарктидой. В какой-то степени этот факт был установлен экспериментально. На наш взгляд, увеличение количества углекислого газа за последние 300 лет, о котором говорят в последние десятилетия, необходимо соотносить, прежде всего, с колебаниями концентрации углекислого газа на бóльшем временном отрезке, а также с изменением концентрации молекулярного кислорода, активностью Солнца, сдвигами земной коры, деятельностью вулканов. К сожалению, сводный анализ этих показателей и информация о них в соответствующей литературе отсутствует.

---

[1] Тугаринов, А. И. Общая геохимия. – М., 1973. – 288 с.; Андруз, Д. Введение в химию окружающей среды : Пер. с англ. / Д. Андруз и др. – М., 1999. – 271 с.

[2] Андруз, Д. Введение в химию окружающей среды : Пер. с англ. / Д. Андруз и др. – М., 1999. – 271 с.

[3] Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия. – М., 1998. – 743 с.; Роговая, О. Г. Основы экологической химии / О. Г. Роговая, Ю. Б. Яковлев. – СПб., 2000. – 177 с.

[4] Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия. – М., 1998. – 743 с.

[5] Мияки, Я. Основы геохимии. – Л., 1969. – 328 с.

[6] Прокофьев, И. В. Нефть и газ в оценках ОПЕК // Мировая экономика. – № 10. – 2004.

[7] Тугаринов, А. И. Общая геохимия. – М., 1973. – 288 с.

[8] Мияки, Я. Основы геохимии. – Л., 1969. – 328 с.

[9] Роговая, О. Г. Основы экологической химии / О. Г. Роговая, Ю. Б. Яковлев. – СПб., 2000. – 177 с.

[10] Андруз, Д. Введение в химию окружающей среды : Пер. с англ. / Д. Андруз и др. – М., 1999. – 271 с.

[11] Там же.